

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-092292

(43)Date of publication of application : 28.03.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/31

(21)Application number : 2001-284918

(71)Applicant : SUMITOMO PRECISION PROD CO LTD

(22)Date of filing : 19.09.2001

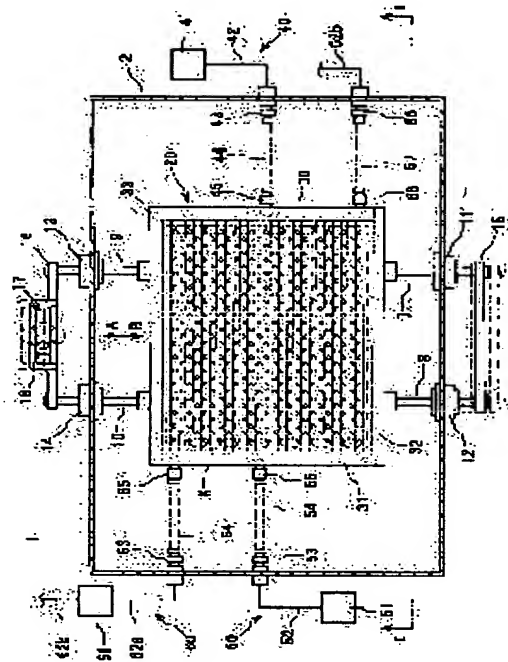
(72)Inventor : SHIMODA KYOJI  
KIKUCHI TATSUO

## (54) OZONE TREATMENT APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an ozone treatment apparatus which can form an oxide film of sufficient film thickness on the surface of a substrate by guiding high-density ozone gas to the substrate surface.

**SOLUTION:** The ozone treatment apparatus is equipped with a mount base where the substrate is mounted, a heating means which heats the substrate K on the mount base, a treatment gas flow passage where treatment gas containing ozone flows, a cooling liquid flow passage where cooling liquid flows, a gas supply head 20 which has a treatment gas discharge hole opened in the surface facing the mount base and discharges the treatment gas toward the substrate K on the mount base from the treatment gas discharge hole, a treatment gas supply means 40 which supplies the treatment gas to the treatment gas flow passage, and a cooling liquid circulation means 60 which supplies the cooling liquid to the cooling liquid flow passage and circulates it. The gas supply head 20 has a through-hole, penetrating it from the surface which faces the mount base to the opposite surface, located near the treatment gas discharge hole.



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-92292

(P 2 0 0 3 - 9 2 2 9 2 A)

(43) 公開日 平成15年3月28日 (2003. 3. 28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>  
H01L 21/31

識別記号

F I  
H01L 21/31

テーマコード (参考)

E 5F045  
B

審査請求 未請求 請求項の数 8 ○ L (全10頁)

(21) 出願番号 特願2001-284918 (P 2001-284918)

(22) 出願日 平成13年9月19日 (2001. 9. 19)

(71) 出願人 000183369

住友精密工業株式会社

兵庫県尼崎市扶桑町1番10号

(72) 発明者 下田 亨志

兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内

(72) 発明者 菊池 辰男

兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内

(74) 代理人 100104662

弁理士 村上 智司

Fターム (参考) 5F045 AA03 AA20 AB32 AC11 AD07

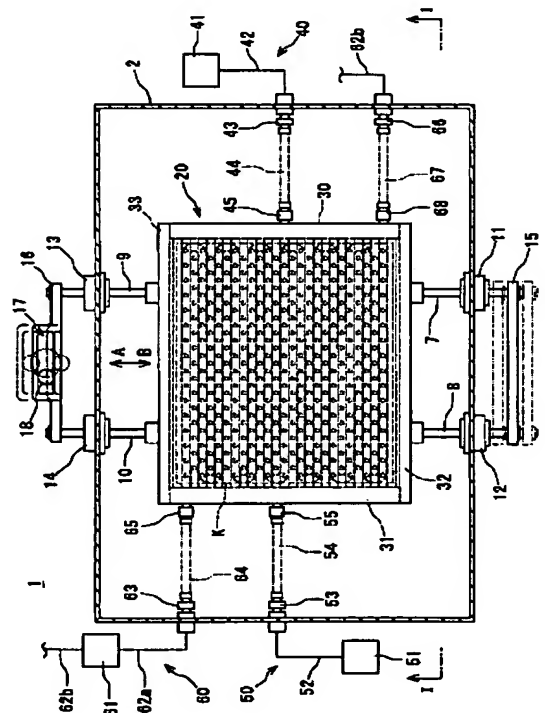
AF03 BB08 DP03 DQ10 EF05

(54) 【発明の名称】 オゾン処理装置

(57) 【要約】

【課題】 高濃度オゾンガスを基板表面に導いて、十分な膜厚の酸化膜を基板表面に生成し得るオゾン処理装置を提供する。

【解決手段】 オゾン処理装置1は、基板が載置される載置台と、載置台上の基板Kを加熱する加熱手段と、載置台の上方に、これと対向して配設され、オゾンを含んだ処理ガスが流通する処理ガス流路、冷却流体が流通する冷却流体流路、及び処理ガス流路に連通し、且つ載置台との対向面に開口する処理ガス吐出孔を具備し、処理ガス吐出孔から載置台上の基板Kに向けて処理ガスを吐出するガス供給ヘッド20と、処理ガス流路に処理ガスを供給する処理ガス供給手段40と、冷却流体流路に冷却流体を供給して、これを循環させる冷却流体循環手段60とを備える。ガス供給ヘッド20に、載置台との対向面からその反対面に貫通する貫通孔を、処理ガス吐出孔の近傍に穿設する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板が載置される載置台と、前記載置台上の基板を加熱する加熱手段と、前記載置台の上方に、これと対向して配設され、オゾンを含んだ処理ガスが流通する処理ガス流路、冷却流体が流通する冷却流体流路、及び前記処理ガス流路に連通し、且つ前記載置台との対向面に開口する処理ガス吐出孔を具備し、前記処理ガス吐出孔から前記載置台上の基板に向けて前記処理ガスを吐出するガス供給ヘッドと、前記処理ガス流路に前記処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、

前記冷却流体流路に前記冷却流体を供給して、これを循環させる冷却流体循環手段とを設けて構成したオゾン処理装置であって、

前記ガス供給ヘッドに、前記載置台との対向面からその反対面に貫通する貫通孔を、前記処理ガス吐出孔の近傍に穿設したことを特徴とするオゾン処理装置。

【請求項2】 前記処理ガス吐出孔と貫通孔の複数组が並設されてなる請求項1記載のオゾン処理装置。

【請求項3】 前記処理ガス吐出孔の複数が一列に配設されるとともに、

前記貫通孔が、前記処理ガス吐出孔列に沿って、その複数が一列に配設されてなる請求項1記載のオゾン処理装置。

【請求項4】 前記処理ガス吐出孔列と貫通孔列が、複列に並設されてなる請求項2記載のオゾン処理装置。

【請求項5】 前記貫通孔内の気体を排気する排気手段を設けたことを特徴とする請求項1乃至4記載のいずれかのオゾン処理装置。

【請求項6】 前記ガス供給ヘッドの処理ガス吐出孔に、前記載置台上の基板に向けて延設され、前記処理ガス吐出孔内の処理ガスを前記基板に向けて案内し吐出する導気部材が接続されてなる請求項1乃至5記載のいずれかのオゾン処理装置。

【請求項7】 前記導気部材の処理ガス吐出方向が、前記基板に対して傾斜するように構成されてなる請求項6記載のオゾン処理装置。

【請求項8】 前記ガス供給ヘッドが前記基板に沿って相対的に移動するように、前記ガス供給ヘッド及び／又は前記載置台を移動させる移動手段を設けたことを特徴とする請求項1乃至7記載のいずれかのオゾン処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板や液晶基板などの基板表面に、少なくともオゾンを含んだ処理ガスを吹きかけて、当該基板表面に酸化膜を形成する、若しくは基板表面に形成された酸化膜を改質するオゾン処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、上記オゾン処理装置として、特開平11-111713号公報に開示される装置が知られている。このオゾン処理装置100は、図8に示すように、円筒状のチャンバ101と、このチャンバ101内に配設され、回転自在に支持されたステージ102と、チャンバ101の上方に連設されたランプ室106と、オゾン発生器（図示せず）に接続され、生成されたオゾンガスを前記チャンバ101内に供給するオゾン供給管110などから構成される。

【0003】前記ステージ102は、その上にウエハWを保持する機構を備え、更に、載置されたウエハWを所定温度に加熱するヒータを内蔵している。また、前記チャンバ101は、ガラス板105によって前記ランプ室106と仕切られ、その側壁には開口部103が形成され、底板には排気口9が設けられている。開口部103はシャッタ104によって開閉され、同開口部103からウエハWが供給されて、前記ステージ102上に載置される。

【0004】前記ランプ室106には、発光管がジグザグ状に形成された紫外線ランプ107が紙面に対して直交する方向に配設されている。また、前記オゾン供給管110は櫛歯状に形成され、前記ランプ室106を通して、その先端部が前記ガラス板105に穿設されたオゾン散布孔108に接続している。

【0005】斯くして、このオゾン処理装置100によれば、ヒータによって加熱されたステージ102上にウエハWが載置され、載置されたウエハWに対してオゾン供給管110からオゾンガスが供給されるとともに、紫外線ランプ107から発せられた紫外線がウエハ表面に照射される。

【0006】ステージ102上に載置されたウエハWは、当該ステージ102によって加熱され、このように加熱されたウエハWにオゾンガスが接触し、且つ紫外線を受けることで活性の高い活性酸素（ $O^*$ ）が生成され、この活性酸素によってウエハW表面に酸化膜が形成され、又はウエハW表面上の酸化膜が改質される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した従来のオゾン処理装置100には、以下に説明するような問題があった。

【0008】オゾン（ $O_3$ ）は加熱されると、酸素（ $O_2$ ）と活性酸素（ $O^*$ ）に分解され、生成された活性酸素によって、上記の如く、基板（ウエハW）表面に酸化膜が形成され、又は基板表面上の酸化膜が改質される。

【0009】ところが、熱分解によって生成された酸素ガスが何時までも基板表面付近に滞留すると、かかる酸素ガスによりオゾンの進行が阻害されて、当該オゾンが基板表面付近に達し難くなったり、或いは、オゾンガス流に周囲の酸素ガスが巻き込まれて、同基板表面付近におけるオゾン濃度が低くなり、生成される活性酸素量が

不十分なものとなって、基板表面上に形成される酸化膜や、基板表面上の酸化膜の改質が不十分なものとなる。したがって、前記酸化膜の形成や改質を十分なものとするためには、熱分解によって生成された酸素を、基板表面付近から速やかに除去する必要がある。

【 0 0 1 0 】しかるに、上記従来のオゾン処理装置 1 0 0 では、チャンバ 1 0 1 内の気体を排気する排気口 9 が設けられているものの、基板表面付近の気体を積極的且つ速やかに排気する手立ては何ら講じられておらず、このため、上記理由から、基板表面への酸化膜の形成や、

基板表面上の酸化膜の改質を十分に行うことができないという問題を生じていた。

【 0 0 1 1 】また、高温下ではオゾンガスが熱分解を起してオゾン濃度が低下するため、オゾンガスが高温にさらされる領域では、これを冷却してその熱分解を抑制する必要がある。しかるに、上記従来のオゾン処理装置 1 0 0 では、基板（ウエハ W）の加熱により雰囲気温度が高温となった前記ランプ室 1 0 6 内において、オゾンガスの冷却を何ら行っておらず、前記オゾン散布孔 1 0 8 から吐出されるオゾンガスは、その濃度が低下したもの

となっていた。

【 0 0 1 2 】本発明は以上の実情に鑑みなされたものであって、基板表面付近で十分量の活性酸素を生成せしめることにより、十分な膜厚の酸化膜を基板表面に生成したり、或いは酸化膜の改質を十分に行い得るオゾン処理装置の提供を目的とする。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段及びその効果】上記課題を解決するための本発明の請求項 1 に記載した発明は、基板が載置される載置台と、前記載置台上の基板を加熱する加熱手段と、前記載置台の上方に、これと対向して配設され、オゾンを含んだ処理ガスが流通する処理ガス流路、冷却流体が流通する冷却流体流路、及び前記処理ガス流路に連通し、且つ前記載置台との対向面に開口する複数の処理ガス吐出孔を具備し、前記処理ガス吐出孔から前記載置台上の基板に向けて前記処理ガスを吐出するガス供給ヘッドと、前記処理ガス流路に前記処理ガスを供給する処理ガス供給手段と、前記冷却流体流路に前記冷却流体を供給して、これを循環させる冷却流体循環手段とを設けて構成したオゾン処理装置であって、前記ガス供給ヘッドに、前記載置台との対向面からその反対面に貫通する貫通孔を、前記処理ガス吐出孔の近傍に穿設したことを特徴とするオゾン処理装置に係る。

【 0 0 1 4 】このオゾン処理装置によれば、載置台上に基板が載置され、載置された基板に対し、その上方に配設されたガス供給ヘッドの処理ガス吐出孔からオゾンを含む処理ガスが吐出される。載置台上に載置された基板は加熱手段によって加熱され、このように加熱された基板にオゾンが接触して、熱分解により活性の高い活性酸素が生成され、この活性酸素によって基板表面に酸化膜

が形成され、或いは基板表面上の酸化膜が改質される。

【 0 0 1 5 】処理ガスは、処理ガス供給手段によってガス供給ヘッドに供給され、その処理ガス流路内を流通して、処理ガス吐出孔から前記基板に向けて吐出される。ガス供給ヘッドは、冷却流体循環手段によって冷却流体流路内を流通、循環せしめられる冷却流体により冷却され、かかる冷却作用によって処理ガス流路内を流通する処理ガスが冷却される。したがって、ガス供給ヘッドが高温にさらされる雰囲気内に配設される場合であって

も、その処理ガス流路内を流通する前記処理ガスを一定の温度に保つことができる。斯くして、かかる作用により、処理ガスの温度上昇によってオゾンが熱分解し、処理ガス中のオゾン濃度が低下するといった不都合が生じるのを防止することができる。

【 0 0 1 6 】前記各処理ガス吐出孔から基板に向けて吐出された処理ガスは、基板表面付近でこれに沿った流れとなり、オゾン（ $O_3$ ）は、このような流れの中で加熱されて、酸素（ $O_2$ ）と活性酸素（ $O^*$ ）に分解され、生成された活性酸素によって、上記の如く、基板表面に酸化膜が形成され、或いは基板表面上の酸化膜が改質される。

【 0 0 1 7 】また、前記熱分解後の処理ガスには、熱分解によって生成された多量の酸素ガスが含まれるが、このガスの一部はガス供給ヘッドに穿設された貫通孔を通過して、当該ガス供給ヘッドの前記反対面側に排出される。即ち、ガス供給ヘッドと基板との間の空間に存在するオゾン熱分解後の処理ガスであって、酸素ガスを多量に含む処理ガスは、その一部が貫通孔を介してガス供給ヘッドと基板と間から排出される。

【 0 0 1 8 】熱分解によって生成された酸素ガスが何時までも基板表面付近に滞留すると、かかる酸素ガスによりオゾンの進行が阻害されて、当該オゾンが基板表面付近に達し難くなったり、或いは、オゾンガス流に周囲の酸素が巻き込まれて、同基板表面付近におけるオゾン濃度が低くなり、この結果、生成される活性酸素量が不十分なものとなって、基板表面に形成される酸化膜や、基板表面上の酸化膜の改質が不十分なものとなる。

【 0 0 1 9 】このオゾン処理装置では、上記のように、オゾン熱分解後の処理ガスの一部を、前記貫通孔を介して、ガス供給ヘッドと基板と間の空間内から外部に排出することができるので、基板表面付近に滞留する酸素ガスを減少させることができ、ひいては、基板表面付近におけるオゾン濃度の低下を軽減することができる。

【 0 0 2 0 】このように、本発明に係るオゾン処理装置によれば、高オゾン濃度の処理ガスを基板表面に供給することができるとともに、基板表面付近におけるオゾン濃度を高濃度に維持することができる。そして、かかる作用により、十分な量の活性酸素を基板表面で生成させることができ、生成された十分量の活性酸素によって基板表面に十分な膜厚の酸化膜を形成することができ、或い

は基板表面上の酸化膜の改質を良好に行うことができる。

【0021】尚、前記処理ガス吐出孔及び貫通孔は、これらの少なくとも一組が形成されていれば良く、請求項2に記載した発明のように、これらを複数組並設した構成としても良い。複数組並設した構成とすれば、処理領域を広くとることができ、効率の良い処理を行うことができる。

【0022】また、前記処理ガス吐出孔及び貫通孔の横断面形状は、何ら限定されるものではなく、円形や楕円形、スリット状のものであっても良い。また、横断面形状をスリット状にする場合には、前記処理ガス吐出孔及び貫通孔が相互に平行となるようにこれらを並設すると良い。

【0023】また、前記処理ガス吐出孔及び貫通孔は、請求項3記載の発明のように、前記処理ガス吐出孔の複数個が一行に配設されるとともに、前記貫通孔が、前記処理ガス吐出孔列に沿って、その複数個が一行となるように配設されていても良く、更に、請求項4に記載した発明のように、前記処理ガス吐出孔列と貫通孔列が、複

列に並設されていても良い。かかる構成によっても処理領域を広くとることができ、効率の良い処理を行うことができる。

【0024】尚、この場合においても、上記と同様に、前記処理ガス吐出孔及び貫通孔の横断面形状は、何ら限定されるものではなく、円形や楕円形、スリット状にすることができる。

【0025】また、本発明の請求項5に記載した発明は、上記請求項1乃至4記載のいずれかのオゾン処理装置において、前記貫通孔内の気体を排気する排気手段を設けたことを特徴とするオゾン処理装置に係る。

【0026】このオゾン処理装置によれば、前記貫通孔内の気体が排気手段によって外部に排気される。即ち、前記ガス供給ヘッドと基板との間に存在するオゾン熱分解後の処理ガスが、前記貫通孔を介し、前記排気手段によって積極的に外部に排出され、これによって、基板表面付近に滞留する酸素ガスをより効果的に減少させることができ、基板表面付近におけるオゾン濃度の低下をより軽減させることができる。

【0027】また、本発明の請求項6に記載した発明は、上記請求項1乃至5記載のいずれかのオゾン処理装置において、前記ガス供給ヘッドの処理ガス吐出孔に、前記載置台上の基板に向けて延設され、前記処理ガス吐出孔内の処理ガスを前記基板に向けて案内し吐出する導気部材が接続されてなるオゾン処理装置に係る。

【0028】前記処理ガス吐出孔から吐出されたオゾンガス流は、処理ガス吐出孔の開口部から十数ミリ程度離れたそれより先の領域で、発達した乱流拡散層を形成し、同層部分で周囲の雰囲気気を巻き込んだ状態となる。したがって、例えば、高濃度のオゾンガスが処理ガス吐出

孔に供給されても、この処理ガス吐出孔から吐出されたオゾンガス流は、前記乱流拡散層で周囲の雰囲気気を巻き込むことによって、そのオゾン濃度が低下し、濃度低下したオゾンガス流が基板表面に達することになる。

【0029】また、ガス供給ヘッドは冷却流体によって冷却されるようになっている。したがって、このガス供給ヘッドを基板に近づけすぎると、その冷却作用によって基板が冷却され、基板表面におけるオゾンの熱分解が抑制されるという不都合を生じる。

【0030】本発明にかかるオゾン処理装置によれば、前記処理ガス吐出孔から基板に向けて延設された導気部材から処理ガスが吐出され、基板に対し吹き付けられる。したがって、導気部材の吹き出し口を基板に接近させることで、導気部材から吐出された処理ガス流に乱流拡散層が形成される前に、当該処理ガスを基板表面に到達せしめることができる。即ち、処理ガス中のオゾン濃度の低下を来たすことなく高濃度のまま、当該処理ガスを基板表面に到達せしめることができる。

【0031】また、上記構成により、ガス供給ヘッドを基板から離れた位置に配置することが可能であり、このようにすることで、基板温度を適正に維持することができ、当該基板表面におけるオゾンの熱分解を促進することができる。

【0032】上記導気部材は、請求項7に記載した発明のように、その処理ガス吐出方向が、前記基板に対して傾斜するように構成されていても良い。このようにすれば、処理ガスが基板に衝突した後の流れを良くすることができ、周囲の気体を巻き込み難くなる。また、高濃度のオゾンガスが基板と接触する領域を広くとることができる。

【0033】また、請求項6及び7に記載した発明において、前記処理ガス吐出孔の横断面形状をスリット状にする場合には、前記導気部材も同様に、その開口部をスリット状に形成するのが好ましい。

【0034】また、本発明の請求項8に記載した発明は、上記請求項1乃至7記載のいずれかのオゾン処理装置において、前記ガス供給ヘッドが前記基板に沿って相対的に移動するように、前記ガス供給ヘッド及び／又は前記載置台を移動させる移動手段を設けたことを特徴とするオゾン処理装置に係る。このオゾン処理装置によれば、処理ガスを基板表面に対して均一に供給することができ、基板の表面処理を均一なものとすることができる。

【0035】尚、前記基板の加熱温度は、300℃以上であるのが好ましく、300～500℃の範囲が更に好ましい。この範囲であれば、基板内に含まれる不純物の蒸発を酸化と同時に行うことができる。

【0036】また、前記処理ガスは、14重量%以上のオゾンを含むものが好適であり、オゾンとTEOS (tetraethyl orthosilicate、ケイ酸テトラエチル、Si(C

、 $\text{H}_2\text{O}$  ) の混合ガスであっても良い。

#### 【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施形態について、添付図面に基づき説明する。図 1 は、本実施形態に係るオゾン処理装置の概略構成を示した平断面図であって、図 2 における矢視 I - I 方向の平断面図であり、図 2 は、図 1 における矢視 I - I 方向の正断面図である。また、図 3 は、本実施形態に係るガス供給ヘッドを示した平断面図であって、図 5 における矢視 I - I 方向の平断面図であり、図 4 は、同じく上記ガス供給ヘッドを示した平断面図であって、図 5 における矢視 I V - I V 方向の平断面図である。また、図 5 は、図 4 における矢視 V - V 方向の側断面図であり、図 6 は、図 4 における矢視 V I - V I 方向の側断面図である。

【 0 0 3 8 】図 1 及び図 2 に示すように、本例のオゾン処理装置 1 は、所定の容積を有する処理チャンバ 2 と、この処理チャンバ 2 内に配設され、上面に載置された基板 K を支持する載置台 7 1 と、載置台 7 1 の上方に設けられたガス供給ヘッド 2 0 などからなる。

【 0 0 3 9 】前記処理チャンバ 2 は、蓋体 3 によって閉じられ、且つ図示しない排気口を備えており、当該排気口から内部ガスを排出することができるようになっている。

【 0 0 4 0 】前記載置台 7 1 は、電熱ヒータなどからなる加熱手段（図示せず）を内蔵しており、この加熱手段（図示せず）により自体加熱されることによって、上面に載置された基板 K を加熱する。また、載置台 7 1 は、昇降手段 7 0 により駆動されて昇降するようになっており、昇降手段 7 0 は処理チャンバ 2 の底板を貫通して設けられる昇降ロッド 7 0 a を備え、この昇降ロッド 7 0 a により前記載置台 7 1 を支持している。尚、この昇降手段 7 0 は油圧又は空圧シリンダなどから構成される。

【 0 0 4 1 】また、処理チャンバ 2 の底面には、先端が先鋭に形成され、その先端面に基板 K が仮置きされる複数の支持針 7 2 が立設されており、この支持針 7 2 は、前記載置台 7 1 が下降端位置にあるときに、前記載置台 7 1 に設けられた貫通孔（図示せず）に挿通されて、その先端が前記載置台 7 1 の上面より上方に突出する一方、前記載置台 7 1 が上昇端位置にあるときに、前記貫通孔（図示せず）から抜き取られるようになっている。

【 0 0 4 2 】斯くして、載置台 7 1 が下降端位置にあるときに、支持針 7 2 上に基板 K が仮置きされた後、載置台 7 1 が上昇せしめられると、支持針 7 2 が載置台 7 1 に対し相対的に没して、基板 K が載置台 7 1 上に載置される。

【 0 0 4 3 】図 3 乃至図 6 に示すように、前記ガス供給ヘッド 2 0 は、ヘッド本体 2 1 と、このヘッド本体 2 1 の 4 側面にそれぞれ固着されたフレーム 3 0、3 1、3 2、3 3 などからなる。

【 0 0 4 4 】ヘッド本体 2 1 は、平面視矩形のブロック状をした部材からなり、図 5 及び図 6 に示すように、その上面には凹部 2 3 が形成され、この凹部 2 3 は、その開口部がプレート 2 2 によって封止されている。

【 0 0 4 5 】図 3、図 5 及び図 6 に示すように、前記凹部 2 3 の底面には、ジグザグ状の溝 2 8 が形成され、この溝 2 8 内には、同形状をした冷却液流通用の配管（冷却液管）2 9 が埋設されている。この冷却液管 2 9 は、その両端部がそれぞれフレーム 3 0、3 1 を貫通して外部に突出しており、図 1 に示した冷却液循環手段 6 0 から冷却液が供給され、当該冷却液が循環せしめられる。

【 0 0 4 6 】同図 1 及び図 3 に示すように、前記冷却液循環手段 6 0 は、順次接続された管継手 6 5、フレキシブルチューブ 6 4、管継手 6 3、配管 6 2 a、冷却液供給源 6 1、配管 6 2 b、管継手 6 6、フレキシブルチューブ 6 7、管継手 6 8 などからなり、管継手 6 5 が前記冷却液管 2 9 の一方端に接続し、管継手 6 8 が前記冷却液管 2 9 の他方端に接続して、冷却液管 2 9 と共に循環路を形成している。

【 0 0 4 7 】斯くして、前記冷却液供給源 6 1 から配管 6 2 a、管継手 6 3、フレキシブルチューブ 6 4、管継手 6 5 を順次介して前記冷却液管 2 9 に冷却液が供給され、供給された冷却液は、冷却液管 2 9 の管路内を流通した後、管継手 6 8、フレキシブルチューブ 6 7、管継手 6 6、配管 6 2 b を順次介して前記冷却液供給源 6 1 に還流され、上記経路内を循環する。

【 0 0 4 8 】また、図 4、図 5 及び図 6 に示すように、前記ヘッド本体 2 1 には、その前記溝 2 8 の直線部分の直下に、前記フレーム 3 0、3 1 がそれぞれ固着される各側面に開口したオゾンガス流路 2 4 が複列に設けられ、各オゾンガス流路 2 4 の一方端は前記フレーム 3 1 によって封止され、他方端は、前記フレーム 3 0 に形成された長溝 3 0 a に連通せしめられている。また、ヘッド本体 2 1 には、その下面に一方端が開口し、他方端が前記オゾンガス流路 2 4 に開口するガス吐出孔 2 5 が、前記各オゾンガス流路 2 4 の長手方向に沿って適宜間隔で穿設されている。そして、前記フレーム 3 0 に、図 1 に示したオゾンガス供給手段 4 0 からオゾンガスが供給され、供給されたオゾンガスは前記各オゾンガス流路 2 4 内に流入した後、前記各ガス吐出孔 2 5 の開口部から吐出される。

【 0 0 4 9 】同図 1 及び図 4 に示すように、前記オゾンガス供給手段 4 0 は、前記フレーム 3 0 に接続した管継手 4 5、管継手 4 5 に接続したフレキシブルチューブ 4 4、フレキシブルチューブ 4 4 に接続した管継手 4 3、管継手 4 3 に接続した配管 4 2、及び配管 4 2 に接続したオゾンガス生成装置 2 5 などからなり、これら配管 4 2、管継手 4 3、フレキシブルチューブ 4 4 及び管継手 4 5 を順次介して、オゾンガス生成装置 2 5 から前記長溝 3 0 a 内に所定濃度のオゾンガスが供給される。



【0050】また、図5及び図6に示すように、前記ヘッド本体21には、その下面に、横断面V字状をした溝27が、前記ガス吐出孔25列の各列間に形成されており、更に、図3にも示すように、一方端がこの溝27内に開口し、他方端が前記凹部23の底面に開口する貫通孔26が、溝27の長手方向に沿って穿設されている。尚、各貫通孔26は、前記ガス吐出孔25の間隔と等間隔に配設されるとともに、各ガス吐出孔25間の中間位置に位置するようにそれぞれ配設されている。

【0051】また、前記凹部23内の気体は、図1に示す排気手段50によって排気されるようになっている。同図1に示すように、この排気手段50は、前記フレーム31に穿設された貫通孔（図示せず）に接続され、内部が前記凹部23に連通せしめられた管継手55、管継手55に接続したフレキシブルチューブ54、フレキシブルチューブ54に接続した管継手53、管継手53に接続した配管52、及び配管52に接続した吸引ポンプ51などからなり、吸引ポンプ51の吸引作用により、これら配管52、管継手53、フレキシブルチューブ54及び管継手55を介して、前記凹部23内の気体を吸引、排気する。

【0052】また、前記フレーム32、33には、それぞれガイドロッド7、8及び9、10の一方端が固設され、ガイドロッド7、8及び9、10は、処理チャンバ2に固設された軸受11、12及び13、14によってそれぞれ矢示A-B方向に移動自在に支持されている。また、ガイドロッド7、8の他方端は連結板15により連結され、ガイドロッド9、10の他方端は連結板16により連結されている。また、連結板16には係合孔17が形成され、この係合孔17に挿通された旋回ロッド18が適宜駆動手段（図示せず）によって、二点鎖線で示す如く旋回駆動されることにより、ガイドロッド9、10が矢示A-B方向に往復駆動され、これにより、ガイドロッド7、8及び9、10、並びにガス供給ヘッド20から構成される構造体が矢示A-B方向に往復動する。

【0053】以上の構成を備えた本例のオゾン処理装置1では、まず、適宜手段によって基板Kが前記支持針72上に載置される。尚、このとき前記載置台71は、加熱手段（図示せず）によって加熱されており、その位置は下降端に位置している。また、前記冷却液供給源61から冷却液管29に冷却液が供給、循環されており、この冷却液によってガス供給ヘッド20が冷却されている。

【0054】次に、昇降手段70により載置台71を上昇させると、支持針72が載置台71に対し相対的に没して、基板Kが載置台71上に載置されるとともに、載置台71が上昇端位置に達する。また、載置台71上に載置された基板Kは当該載置台71によって加熱される。

【0055】この後、オゾンガス生成装置41から、配管42、管継手43、フレキシブルチューブ44、管継手45を順次介してフレーム30の長溝30aに所定濃度（高濃度）のオゾンガスが供給され、供給されたオゾンガスは前記各オゾンガス流路24内に流入した後、前記各ガス吐出孔25の開口部から吐出される。

【0056】そして、前記オゾンガスの供給と同時に、前記駆動手段（図示せず）により、ガイドロッド7、8及び9、10、並びにガス供給ヘッド20から構成される構造体が矢示A-B方向に往復動せしめられる。これにより、オゾンガスが基板K表面に対して均一に供給される。

【0057】各ガス吐出孔25から基板Kに向けて吐出されたオゾンガスは、基板Kの表面付近でこれに沿った流れとなった後、相互に衝突して、ガス供給ヘッド20側に向かう気流となり、オゾン（ $O_3$ ）は、このような流れの中で基板Kにより加熱されて、酸素（ $O_2$ ）と活性酸素（ $O^*$ ）に分解され、生成された活性酸素によって、基板K表面に酸化膜が形成され、或いは基板K表面上の酸化膜が改質される。

【0058】尚、前記処理チャンバ2内の雰囲気温度は、前記加熱手段（図示せず）の加熱作用によって昇温され高温となっているが、ガス供給ヘッド20が冷却液により冷却されているので、かかる冷却作用によってオゾンガス流路24内を流通するオゾンガスが冷却され、その温度が一定に保たれる。これにより、温度上昇に伴うオゾンの熱分解が防止され、ガス中のオゾン濃度の低下が防止される。

【0059】また、前記オゾンガスの供給と同時に、前記吸引ポンプ51が作動せしめられ、前記凹部23内の気体が外部に排気される。凹部23は前記貫通孔26を介して、前記ガス供給ヘッド20と基板Kとの間の空間に連通しており、したがって、ガス供給ヘッド20と基板Kとの間に存在する気体は、貫通孔26を介して凹部23内に吸引され、同凹部23内から排気される。

【0060】ところで、前記ガス供給ヘッド20側に向かうガス流には、熱分解後の酸素ガスが多量に含まれる。したがって、熱分解によって生成された酸素ガスが何時までも基板表面付近に滞留すると、かかる酸素ガスによりオゾンの進行が阻害されて、当該オゾンが基板表面付近に達し難くなったり、或いは、オゾンガス流に周囲の酸素が巻き込まれて、同基板表面付近におけるオゾン濃度が低くなり、この結果、生成される活性酸素量が不十分なものとなって、基板表面に形成される酸化膜や、基板表面上の酸化膜の改質が不十分なものとなる。

【0061】このオゾン処理装置1では、上記のように、ガス供給ヘッド20と基板Kと間に存在する気体が、前記貫通孔26を介して外部に排気されるので、基板Kの表面付近に滞留する酸素ガスを極僅かなものとすることができ、ひいては、基板Kの表面付近におけるオ

ゾン濃度の低下を防止することができる。

【0062】尚、本例では、前記貫通孔26を、ガス供給ヘッド20の下面に形成した横断面V字状の溝27に開口させているので、この溝27の斜面によって、前記ガス供給ヘッド20側に向かうガス流を貫通孔26に導くことができ、これにより、ガス供給ヘッド20と基板Kと間に存在する気体を効率よく排気することができる。

【0063】このように、本例のオゾン処理装置1によれば、高オゾン濃度のオゾンガスを基板Kの表面に供給するとともに、基板Kの表面付近におけるオゾン濃度を極めて高濃度に維持することができるので、基板Kの表面で活性酸素を十分量生成させることができ、生成された十分量の活性酸素によって基板K表面に十分な膜厚の酸化膜を形成することができ、或いは基板K表面上の酸化膜の改質を良好に行うことができる。

【0064】尚、前記基板Kの加熱温度は、300℃以上であるのが好ましく、300～500℃の範囲が更に好ましい。この範囲であれば、基板内に含まれる不純物の蒸発を酸化と同時に行うことができる。

【0065】また、前記オゾンガスは、14重量%以上のオゾンを含むものが好適であり、オゾンとTEOS (Tetraethyl orthosilicate、ケイ酸テトラエチル、 $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$ ) の混合ガスであっても良い。

【0066】以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明の採り得る具体的な態様は、何らこれに限定されるものではない。

【0067】例えば、図7に示すように、前記各ガス吐出孔25に、ガス供給ヘッド20の下面から基板Kに向けてこれと接近するように延設されたノズル体(導気部材)35を設け、このノズル体35からオゾンガスを吐出するように構成しても良い。

【0068】ガス吐出孔25から吐出されたオゾンガス流は、前記ガス吐出孔25の開口部から十数ミリ程度離れたそれより先の領域で、発達した乱流拡散層Rを形成し、同層部分で周囲の雰囲気気を巻き込んでオゾン濃度が低下した状態となる。

【0069】上記のように、基板Kに向けて延設されたノズル体35からオゾンガスを吐出するようにすると、ガス流に乱流拡散層が形成される前に、即ち、オゾンガス中のオゾン濃度の低下を来たすことなく高濃度のまま、当該オゾンガスを基板K表面に到達させることができる。

【0070】また、ガス供給ヘッド20は冷却液によって冷却されるようになっており、これを基板Kに近づけすぎると、その冷却作用によって基板Kが冷却され、基板Kの表面におけるオゾンの熱分解が抑制されるという不都合を生じるが、上記構成とすれば、ガス供給ヘッド20を基板Kから離れた位置に配置することが可能であり、このようにすることで、ガス供給ヘッド20の冷却

作用によって基板Kが冷却されるのを防止することができる、基板Kの温度を適正に維持することができる。これにより、当該基板Kの表面におけるオゾンの熱分解が促進される。

【0071】また、前記ガス吐出孔25及び貫通孔26の横断面形状は、何ら限定されるものではなく、円形や楕円形その他、スリット状のものであっても良い。尚、ガス吐出孔25の横断面形状をスリット状にする場合には、前記ノズル体35に代えて、開口部がスリット状に形成され、前記ガス吐出孔25内のオゾンガスを基板Kに向けて案内し吐出する導気部材を、基板Kに向けて延設されるように、前記ガス吐出孔25に接続させることもできる。

【0072】また、上例では、ガス供給ヘッド20を矢示A-B方向に往復動させる構成としたが、これに代えて、若しくはこれと共に、載置台71を同方向に往復動させる構成としても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るオゾン処理装置の概略構成を示した平断面図であり、図2における矢視I-I方向の平断面図である。

【図2】図1における矢視I-I方向の正断面図である。

【図3】本実施形態に係るガス供給ヘッドを示した平断面図であり、図5における矢視I-I-I-I方向の平断面図である。

【図4】本実施形態に係るガス供給ヘッドを示した平断面図であり、図5における矢視V-V方向の平断面図である。

【図5】図4における矢視V-V方向の側断面図である。

【図6】図4における矢視V-I-V-I方向の側断面図である。

【図7】本発明の他の形態に係るガス供給ヘッドを示した側断面図である。

【図8】従来例に係るオゾン処理装置の概略構成を示した正断面図である。

【符号の説明】

- |    |           |
|----|-----------|
| 1  | オゾン処理装置   |
| 2  | 処理チャンバ    |
| 20 | ガス供給ヘッド   |
| 21 | ヘッド本体     |
| 24 | オゾンガス流路   |
| 26 | 貫通孔       |
| 29 | 冷却液管      |
| 40 | オゾンガス供給手段 |
| 50 | 排気手段      |
| 60 | 冷却液循環手段   |
| 70 | 昇降手段      |
| 71 | 載置台       |

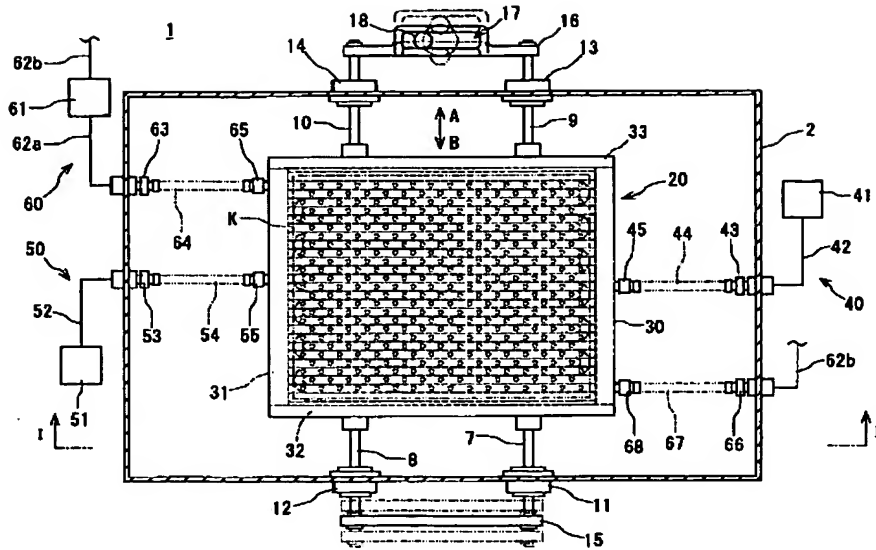


K 基板

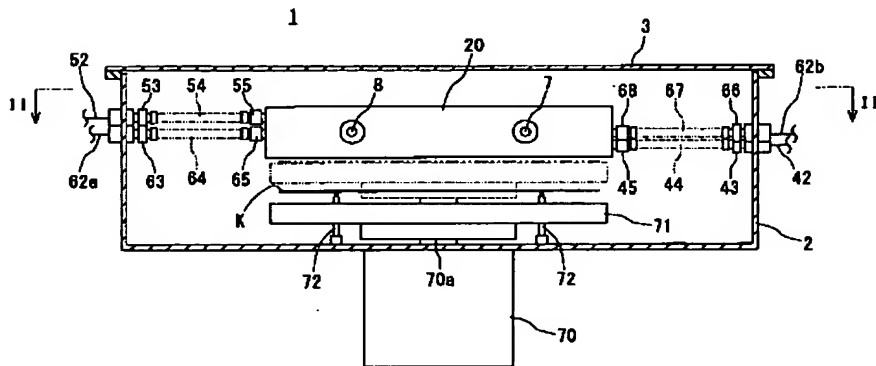
13

14

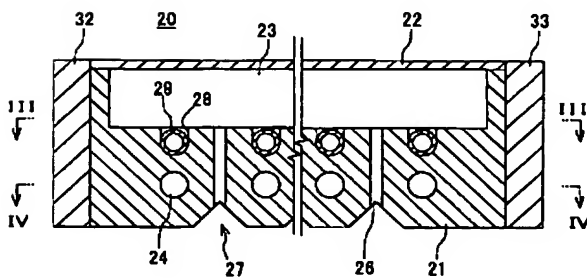
【図 1】



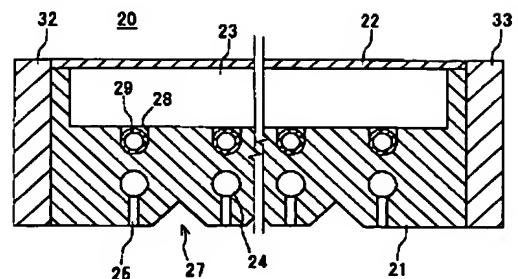
【図 2】



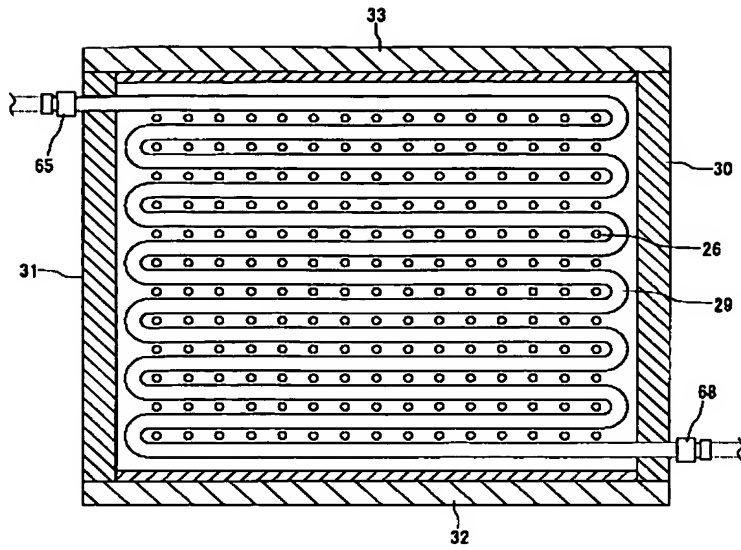
【図 5】



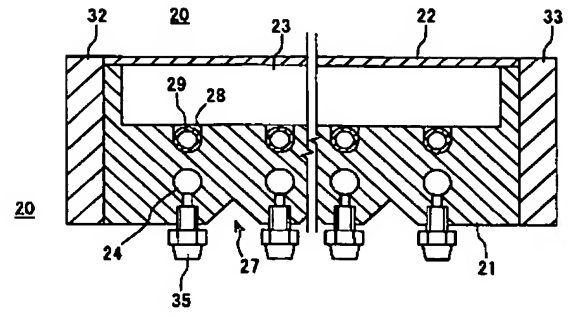
【図 6】



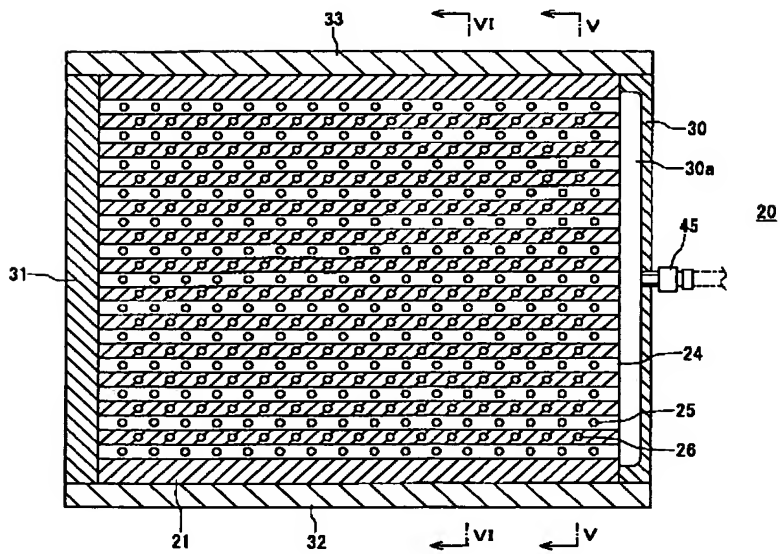
【図 3】



【図 7】



【図 4】



【図 8】

